

METHOD AND EQUIPMENT FOR MANUFACTURING OPTICAL ELEMENT

Patent Number: JP8207159
Publication date: 1996-08-13
Inventor(s): UCHIDA DAIDO;; AOYAMA SHIGERU
Applicant(s): OMRON CORP
Requested Patent: ☐ JP8207159
Application Number: JP19950036045 19950131
Priority Number(s):
IPC Classification: B29D11/00; B29C43/32; G02B3/00; G02B3/08
EC Classification:
Equivalents:

Abstract

PURPOSE: To obtain a method for mass-producing an optical element with excellent precision.
CONSTITUTION: Guide grooves 16 are provided in the horizontal direction in the main body 15 of equipment 41 for manufacturing an optical element and the base end parts 13a of arms 13 made extensible and contractible are inserted movably into the grooves, while a stamper 2 is supported by the fore ends of the arms 13. The base end parts 13a of the arms 13 being positioned at the outermost sides of the guide grooves 16, the arms 13 are extended, a lens part 5 of the optical element 1 is molded with a pressure applied by a pressing part 14, and then a lens material is set. Next, the base end parts 13a are moved inward along the guide grooves 16 while the arms 13 are contracted, and the stamper 2 is peeled off, beginning with the opposite end parts thereof, while it is bent so that the curvature thereof may not become larger than a prescribed one.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-207159

(43) 公開日 平成8年(1996)8月13日

(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 2 9 D 11/00		7726-4F		
B 2 9 C 43/32		7365-4F		
G 0 2 B 3/00	A			
3/08				
// B 2 9 L 11:00				

審査請求 未請求 請求項の数10 F D (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平7-36045

(22) 出願日 平成7年(1995)1月31日

(71) 出願人 000002945

オムロン株式会社

京都府京都市右京区花園土堂町10番地

(72) 発明者 内田 大道

京都府京都市右京区花園土堂町10番地 オムロン株式会社内

(72) 発明者 青山 茂

京都府京都市右京区花園土堂町10番地 オムロン株式会社内

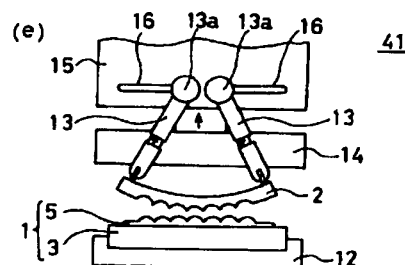
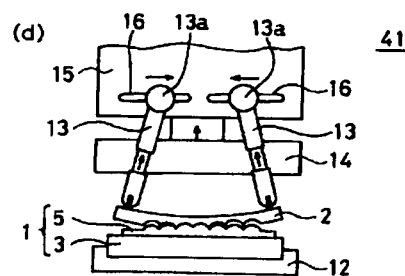
(74) 代理人 弁理士 中野 雅房

(54) 【発明の名称】 光学素子の製造方法及び光学素子製造装置

(57) 【要約】

【目的】 光学素子を精度よく量産する方法を提供する。

【構成】 光学素子製造装置41の装置本体15に水平方向に誘導溝16を設け、伸縮自在となったアーム13の基端部13aを移動自在に挿入し、アーム13の先端にスタンプ2を支持する。アーム13の基端部13aを誘導溝16の最も外側に位置してアーム13を伸ばし、加圧部14によって圧力を加えて光学素子1のレンズ部5を成形したのち、レンズ材料4を硬化する。次に、アーム13を縮めながら基端部13aを誘導溝16に沿って内側に移動して、スタンプ2が一定の曲率よりも大きくなならないように、スタンプ2を撓ませながらスタンプ2の両端部から剥離する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 光学素子の表面形状を反転させた成形面を有するスタンプと基板との間に放射線硬化樹脂を挟み込み、放射線を照射して当該樹脂を硬化させることにより光学素子を成形する光学素子の製造方法において、前記スタンプに一定の曲率よりも大きな屈曲部分が発生しないよう、スタンプを弧状に湾曲させながら、成形された光学素子から剥離することを特徴とする光学素子の製造方法。

【請求項2】 前記スタンプの光学素子から剥離された部分が概略均一な曲率となるように、スタンプを湾曲させながら剥離することを特徴とする請求項1に記載の光学素子の製造方法。

【請求項3】 湾曲させたスタンプの曲率中心の方向に向けてスタンプに力を加えていることを特徴とする請求項1又は2に記載の光学素子の製造方法。

【請求項4】 光学素子の表面形状を反転させた成形面を有するスタンプと基板との間に放射線硬化樹脂を挟み込み、放射線を照射して当該樹脂を硬化させることにより光学素子を成形する光学素子製造装置において、前記スタンプに一定の曲率よりも大きな屈曲部分が発生しないよう、スタンプを弧状に湾曲させながら成形された光学素子から剥離するスタンプ剥離手段を備えていることを特徴とする光学素子製造装置。

【請求項5】 前記スタンプ剥離手段は、一端を前記スタンプに連結されたアームと、アームの他端を結合されたカム機構とからなり、カム機構によりアームを所定動作させることによってスタンプを光学素子から剥離することを特徴とする請求項4に記載の光学素子製造装置。

【請求項6】 前記スタンプ剥離手段は、一端を前記スタンプに連結された伸縮自在なアームと、アームの他端を結合されたカム機構とからなり、カム機構によりアームを所定動作させると共にアームを伸縮させることによってスタンプを光学素子から剥離することを特徴とする請求項4に記載の光学素子製造装置。

【請求項7】 前記スタンプ及び／又は基板をほぼ一定の温度に維持する温度調節手段を備えたことを特徴とする請求項4、5又は6に記載の光学素子製造装置。

【請求項8】 前記スタンプと基板のうち少なくともいずれか一方に接触する部分に、スタンプ若しくは基板の熱容量よりも大きな熱容量を有する吸熱部や放熱部などの温度上昇阻止手段を設けたことを特徴とする請求項4、5又は6に記載の光学素子製造装置。

【請求項9】 間欠的に放射線を照射して放射線硬化樹脂を硬化させる放射線照射装置を備えたことを特徴とする請求項4、5又は6に記載の光学素子製造装置。

【請求項10】 放射線照射や樹脂硬化反応熱などの寸法変化因子を考慮して、所望寸法の光学素子が成形され

るようにスタンプの寸法が設計されていることを特徴とする請求項4、5又は6に記載の光学素子製造装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は光学素子の製造方法及び光学素子製造装置に関する。具体的にいうと、微小なレンズが多数配置されたマイクロレンズアレイなどの光学素子の製造方法及び当該製造方法を実施するための製造装置に関する。

【0002】

【背景技術】 マイクロレンズアレイはファイン・オプティクスその他の分野における重要な光学素子として、今後ますますその重要性が高まることが予想されている。このマイクロレンズ・アレイの製造方法には種々の方法があるが、その中でも2P法(Photo-polymerization Method)は量産性、微細転写性に優れており、非常に有用な方法である。図12に示すものはこの2P法の概略説明図であるが、まず、図12(a)に示すようにガラスなどの基板51上にレンズ用材料である光硬化性樹脂53を塗布し、マイクロレンズアレイ55の表面形状を反転させたパターン面を有するスタンプ52を押圧して微小なレンズ体が多数形成されたレンズ部54を成形する(図12(b))。次に、基板51の裏面側に配置された光源56から紫外線を照射して光硬化性樹脂53を硬化させた後(図12(c))、スタンプ52を真上に引っ張り上げてスタンプ52を剥離し、マイクロレンズアレイ55を作製する(図12(d))。しかしこの方法では、基板51としてガラス基板を用いた場合には、スタンプ52を剥離する工程において基板51が割れてしまったり、マイクロレンズアレイ55表面のレンズパターンが変形するなどスタンプ52の離型がうまく行かないという問題があった。

【0003】 この問題を解決するための方法として、特開平4-123002号に開示された方法がある。この方法は、図13に示すように湾曲形状をしたレンズアレイ成型型57を用いることにより、形成されたレンズ部54とレンズアレイ成型型57が接する部分の面積を小さくして離型しやすくしている。つまり、レンズアレイ成型型57の表面にはマイクロレンズアレイ55の表面形状を反転させてあり、基板51に塗布した光硬化性樹脂53にレンズアレイ成型型57を押圧しつつ移動させ、このとき同時に基板51裏面側に配置された光源56から紫外線を照射してマイクロレンズアレイ55を作製する。この方法にあっては基板51に破損が少なく、レンズパターンも変形せずにスムーズにレンズアレイ成型型57を離型することができる。しかしながら光硬化性樹脂53を硬化させるためにはある強さの紫外線を数秒から数十秒照射する必要がある、マイクロレンズアレイ55を面状に成形できず線状の成形位置を移動させるので時間がかかる。特に大きな面積のマイクロレンズア

レイ55を作製するには長時間を必要とし、生産性が非常に悪い。また、基板51や光硬化性樹脂53、レンズアレイ成型型57の表面で散乱された紫外線により、光硬化性樹脂53とレンズアレイ成型型57との接触部分以外の未成形領域の光硬化性樹脂53も成形前から硬化を開始してしまい、マイクロレンズアレイ55の厚み制御も困難であった。

【0004】さらに別な方法として、図14(a)に示すように平板状となった薄いスタンプ52を用い、スタンプ52により押圧された光硬化性樹脂53を硬化させてマイクロレンズアレイ55を成形した後、図14

(b)に示すようにスタンプ52の両端部を撓ませるようにしてスタンプ52を上方に一気に引っ張り上げてスタンプ52を剥離する方法がある。この方法によれば、量産性もよくスタンプ52をうまく剥離することができる。しかしながらこの方法では剥離時に、スタンプ52の両端部付近(図14(b)円イ部)に高次の変形によって局所的な応力が発生するためスタンプ52に金属疲労を促進させ、繰り返し使用によりスタンプ52に形状変化を引き起こしていた。図15には剥離回数とスタンプ52の形状変化量(スタンプの外形寸法に対する変化量の割合で示す。)の関係について示すが、スタンプ52の引き上げ力が強い場合など、スタンプ52が撓んだ時の両端部付近(円イ部)の曲率半径Rが小さいほど、スタンプ52の形状変化量は大きくなっていた。このため、精度よく多くのマイクロレンズアレイ55を得ることができなかった。また、この場合にはスタンプ52を撓ませるためにスタンプ52を薄く作製する必要がある、このため光照射自体による熱や光硬化性樹脂53の硬化熱による影響が大きく、スタンプ52の熱膨張のために所望する寸法精度のマイクロレンズアレイ55が得られないという問題点があった。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】本発明は叙上の従来例の欠点を鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、マイクロレンズアレイのような光学素子を精度よく量産することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明の光学素子の製造方法は、光学素子の表面形状を反転させた成形面を有するスタンプと基板との間に放射線硬化樹脂を挟み込み、放射線を照射して当該樹脂を硬化させることにより光学素子を成形する光学素子の製造方法において、前記スタンプに一定の曲率よりも大きな屈曲部分が発生しないよう、スタンプを弧状に湾曲させながら、成形された光学素子から剥離することを特徴としている。

【0007】このとき、スタンプの光学素子から剥離された部分が概略均一な曲率となるように、スタンプを湾曲させながら剥離するのが好ましく、湾曲させたスタンプの曲率中心の方向に向けて力を加えるのが望ましい。

【0008】本発明の光学素子製造装置は、光学素子の表面形状を反転させた成形面を有するスタンプと基板との間に放射線硬化樹脂を挟み込み、放射線を照射して当該樹脂を硬化させることにより光学素子を成形する光学素子製造装置において、前記スタンプに一定の曲率よりも大きな屈曲部分が発生しないよう、スタンプを弧状に湾曲させながら成形された光学素子から剥離するスタンプ剥離手段を備えていることを特徴としている。

【0009】前記スタンプ剥離手段は、一端を前記スタンプに連結されたアームと、アームの他端を結合されたカム機構とからなり、カム機構によりアームを所定動作させることによってスタンプを光学素子から剥離することによればよく、また、カム機構によりアームを所定動作させると共に伸縮自在なアームを伸縮させることによってスタンプを光学素子から剥離することとしてもよい。

【0010】また、前記スタンプ及び／又は基板をほぼ一定の温度に維持する温度調節手段を備えたり、前記スタンプと基板のうち少なくともいずれか一方に接触する部分に、スタンプ若しくは基板の熱容量よりも大きな熱容量を有する吸熱部や放熱部などの温度上昇阻止手段を設けることができる。

【0011】また、間欠的に放射線を照射して放射線硬化樹脂を硬化させる放射線照射装置を備えたり、放射線照射や樹脂硬化反応熱などの寸法変化因子を考慮して、所望寸法の光学素子が成形されるようにスタンプの寸法を設計してもよい。

【0012】

【作用】本発明の光学素子の製造方法によれば、一定の曲率よりも大きな屈曲部分が発生しないよう、スタンプを弧状に湾曲させながら剥離しているので、局所的な応力が加わることなくスタンプを成形体からきれいに剥離して、光学素子を効率よく作製することができる。また、局所的な応力が加わらないので繰り返し使用によってもスタンプの形状変化が少なく、いつまでも精度よくマイクロレンズアレイなどの光学素子を作製することができる。

【0013】このとき、スタンプの光学素子から剥離された部分が概略均一な曲率となるように、スタンプを湾曲させながら剥離すれば、内部応力がスタンプ全体に均一に分散され、この結果、スタンプと成形体との剥離部分において、例えばマイクロレンズアレイのレンズ体に割れを生じたり、レンズ体とレンズ体と間に変形を生じたりせず、光学素子を精度よく作製することができる。このためには、湾曲させたスタンプの曲率中心の方向に向けてスタンプに力を加えるとよい。

【0014】本発明の光学素子製造装置によれば、局所的な応力が加わることなくスタンプを成形体からきれいに剥離して、光学素子を効率よく作製できる。

【0015】スタンプ剥離手段として、一端を前記スタ

ンパに連結されたアームと、アームの他端を結合されたカム機構を構成し、カム機構によりアームを所定動作させたり、また、所定動作させると共に伸縮自在なアームを伸縮させることによって、一定の曲率よりも大きな屈曲部分が発生しないようスタンパを弧状に湾曲させながら成形体から剥離することができ、また、湾曲させたスタンパの曲率中心の方向に向けてスタンパに力を加えることも容易にできる。

【0016】また、スタンパ及び／又は基板をほぼ一定温度に維持する温度調節手段を備えれば、光学素子を複製する樹脂から発生する硬化反応熱や放射線照射による照射熱によってスタンパの温度変化を抑えられ、スタンパの変形による光学素子の精度劣化を少なくできる。

【0017】また、スタンパと基板のうち少なくともいずれか一方に接触する部分に、スタンパ若しくは基板の熱容量よりも大きな熱容量を有する吸熱部や放熱部などの温度上昇阻止手段を設けても、スタンパや基板の温度変化を抑えることができる。

【0018】あるいは、間欠的に放射線を照射して放射線硬化樹脂を硬化させる放射線照射装置を備えても、スタンパの温度上昇を抑えることができる。

【0019】また、放射線照射や樹脂硬化反応熱などの寸法変化因子を考慮してスタンパの寸法を設計しておく、スタンパの温度上昇などによるスタンパの寸法変化が相殺され、所望寸法の光学素子を成形することができる。

【0020】

【実施例】図1、図2に示すものは、本発明の一実施例である光学素子の製造方法の説明図であり、ここでは光学素子としてマイクロレンズアレイについて示しているが、これに限定されるものではない。本発明の製造方法は、いわゆる2P法(Photo-polymerization Method)において、マイクロレンズアレイなどの光学素子1を成形したのち光学素子1の表面形状を反転させたパターン面を有するスタンパ2を、剥離開始から剥離終了まで一定の曲率よりも大きくならないように弧状に撓ませながら剥離する方法であり、スタンパ2の両端部には常に曲率の中心方向に引っ張る力が加えられてスタンパ2が持ち上げられ、スタンパ2を剥離する。このためには、例えば図1(a)に示すような本発明の光学素子製造装置41を使用して製造することができる。12は光学素子1の基板3を支持する基板支持部、13はスタンパ2をその両側から保持するためのアーム、14はスタンパ2に圧力を加える加圧部である。アーム13はその軸方向に伸縮可能となっており、スタンパ2はアーム13の先端にアーム13の軸と垂直となるように固定して支持されている。アーム13の基端部13aは装置本体15に水平方向にして開口された誘導溝16に移動自在に挿入されている。また、スタンパ2は予め、光硬化樹脂や電子線硬化樹脂などの放射性硬化樹脂からなるレンズ用材

料4の硬化熱や紫外線の照射熱による熱膨張を考慮して所望寸法の光学素子1が得られるように設計されている。なお、スタンパ2はヒンジやピンジョイントなどによってアーム13に枢着ないし蝶着してもよい。以下、本発明の光学素子1の製造方法について、光学素子製造装置41の動作と共に詳細に説明する。

【0021】(初期状態)まず、図1(a)に示すように、ガラスやシリコン、光学用プラスチック等からなる透明な基板3を基板支持部12に支持する。このとき、2本のアーム13の基端部13aはそれぞれ誘導溝16の左右外側に位置しており、アーム13は垂直の状態に保たれている。また、2本のアーム13はともにそれぞれ最も縮んだ状態になっている。従って、スタンパ2は平面状態で、最も引上げられた位置に維持される。

(レンズ用材料延展)次に、図1(b)に示すように、レンズ部4を形成するレンズ用材料4が基板3上に供給され、スタンパ2が加圧部14にとともに徐々に下降する。このとき、アーム13の基端部13aの位置は変わらず、アーム13が徐々に伸びてスタンパ2が下降し、それとともに加圧部14が下降する。

(加圧、成形、硬化)さらにアーム13が伸びてスタンパ2によってレンズ用材料4が押圧され、加圧部14により圧力が加えられて光学素子1のレンズ部5が成形される(図1(c))。このとき、アーム13の基端部13aの位置はそれぞれ誘導溝16の左右外側に位置しており、アーム13は垂直な状態で最も伸びた状態になっている。そして、光源(図示せず)から紫外線を照射してレンズ用材料4を硬化する。

【0022】(剥離開始)次に成形されたレンズ部5からスタンパ2を剥離する。まず図2(d)に示すように、加圧部14が上昇して加えられていた圧力が除かれる。アーム13は徐々に縮み始め、スタンパ2の両端部が持ち上げられてスタンパ2は略円弧状に撓み始める。また、2本のアーム13の基端部13aはそれぞれ誘導溝16に沿って左右内側に移動する。このとき、図3に示すようにスタンパ2の両端部にスタンパ2の剥離部分における曲率中心の方向の力Fが加わるよう、アーム13が縮む速度とアーム基端部13aの移動速度とが調整されている。このためスタンパ2の剥離部分では常にほぼ一定の曲率を保つことができる。

(剥離完了)さらにアーム13の基端部13aを内側に移動させながらアーム13が縮み、スタンパ2の撓みが一定の曲率以上にならないようにスタンパ2の両端から撓ませながら徐々にスタンパ2を剥離し、レンズ部5からスタンパ2を完全に剥離する(図2(e))。このとき、アーム13の基端部13aは誘導溝16の最も内側に位置する。このようにして基板3を基板支持部12から取り出し光学素子1を作製する。そして、アーム13が最も縮んだ状態でアーム13の基端部13aを外側に移動して、図1(a)に示す初期状態に戻す。

【0023】本発明の方法によればスタンパ2はほぼ均一な曲率で湾曲しているため内部応力がスタンパ2の全体にほぼ均一に分散させられる。従って、局所的な応力集中がかからず、繰り返し使用によってもスタンパ2に生じる変形が少なく、精度よく光学素子1を多量に効率よく作製することができる。このようにして50mm

(外形寸法)のレンズ部を有するマイクロレンズアレイを40枚作製したところ、図4に示すように大きさにはほとんど変化がなく、使用によるスタンパ2の寸法変化がないことが確認された。

【0024】スタンパ2の材質は特に問われないが、スタンパ2を撓ませながら剥離するため、ある程度の剛性を有しながらも撓ませられるようにスタンパ2を作製する必要がある。このためには、例えばNiからスタンパ2を作製する場合には、その厚さを約150 μ m以下とすると剛性が足りず、約300 μ m以上とすると撓みにくくなって光学素子1の生産性が低下するので、スタンパ2の厚さを約150 μ m以上約300 μ m以下とするのが望ましく、材質に応じて適当な厚さのスタンパ2を作製すればよい。

【0025】図5、図6に示すものは本発明の別な実施例を示す説明図である。この光学素子製造装置42は、アーム13の長さが固定されており、誘導溝16が弓状に形成された点を除いては、第1の実施例である光学素子製造装置41と同様な構成をしている。この誘導溝16は内側上向きに設けられており、スタンパ2の剥離部分における曲率中心の方向の力がスタンパ2に加わるように、その方向及び位置が決められている。まず、図5(a)に示すように、基板3を基板支持部12に支持する。このとき、アーム13の基端部13aは誘導溝16の最も内側の最上点に位置しており、スタンパ2は撓んだ状態で最も引き上げられている。基板3上にレンズ用材料4が供給されると、アーム13の基端部13aは誘導溝16に沿って外側に移動する。アーム13の基端部13aが外側に移動すると、次第にスタンパ2が平面状に伸ばされながら下降し、加圧部14もスタンパ2とともに下降する(図5(b))。アーム13の基端部13aが最も外側に移動すると、アーム13とスタンパ2は垂直な状態に保たれ、レンズ用材料4がスタンパ2によって押圧される。そして、加圧部14により圧力が加えられ、紫外線が照射されてレンズ部5が成形される(図5(c))。

【0026】次に加圧部14が上昇して圧力が除かれ、アーム13の基端部13aは再び誘導溝16に沿って内側に移動する。アーム13の基端部13aが内側に移動すると、スタンパ2が撓みながら両端部が持ち上げられる(図6(d))。このとき、スタンパ2には剥離部分の曲率中心の方向を向くように力が加えられる(図3参照)。このようにスタンパ2の剥離部分では常にほぼ一定の曲率を保ちながら、アーム13の基端部13aを移

動させスタンパ2の撓みが一定の曲率以上にならないようにスタンパ2の両端部から撓ませながら徐々に剥離し、光学素子1を作製する(図6(e))。そして、アーム13の基端部13aは最も誘導溝16の内側に位置して、スタンパ2は最も持ち上げられた状態に戻る(図5(a))。

【0027】図7(a)に示すものは、本発明のさらに別な実施例である説明図である。この光学素子製造装置43にあっては、スタンパ2を両側から保持する2本のアーム13はそれぞれ、装置本体15に左右対称に配置された2本の誘導用レール17に支持されており、駆動装置(図示せず)により誘導用レール17に沿って上下に変移可能になっている。誘導用レール17は弧を描くように配設されており、アーム13が誘導用レール17に沿って上方に移動するにしたがって、スタンパ2の両端部から一定の曲率よりも大きくなるように撓ませることができるように調整されている。また、スタンパ2は図7(b)の一点鎖線で示すようにアーム13に垂直に固定されており、アーム13がどの位置にあってもスタンパ2の剥離部分の曲率半径の接線(破線イ)と垂直な方向に誘導用レール17が配設されている。したがって、アーム13を誘導用レール17に沿って引き上げることにより、スタンパ2には常に剥離部分の曲率中心に向かうように力が加えられ、常にほぼ一定の曲率でスタンパ2を撓ませることができる。

【0028】しかして、アーム13が誘導用レール17に沿って下げられると、スタンパ2は平面状に引き伸ばされ、基板3上に供給されたレンズ用材料4はスタンパ2に押圧されて、光学素子1のレンズ部5が成形される。この後、紫外線が照射されてレンズ用材料4が硬化すると、アーム13が徐々に引き上げられる。アーム13が引き上げられると、スタンパ2は略円弧状に撓むようにしてその両端部から徐々に引き上げられ、スタンパ2の剥離部分では常にほぼ一定の曲率を保ちながら、スタンパ2はレンズ部5から徐々に剥離され、光学素子1を精度よく作製することができる。

【0029】また、図8に示すものは本発明のさらに別な実施例を示す説明図であって、光学素子製造装置44の光源18には、光(紫外線)の照射時間を制御する制御装置19が設けられている。この光学素子製造装置44にあっては、図9(a)に示すように光(紫外線)の照射を間欠的に行なうことにより、スタンパ2の温度を所望する一定の温度範囲に制御している。光を連続的に照射した場合では、図9(b)に示すように照射時間tの経過と共にスタンパ2の温度が直線的に上昇して、繰り返し使用により熱膨張に伴う形状変化を生じる。そこで、制御装置19によって光(紫外線)の照射のオンオフを繰り返し、スタンパ2の温度を一定の温度範囲に制御している。このように、スタンパ2の温度が一定の温度範囲に納まるように光照射をオンオフ制御することに

10

20

30

40

50

より、スタンパ2の形状変化を抑え、光学素子1を精度よく作製することができる。

【0030】さらに、図10(a)に示すものは本発明のさらに別な実施例である光学素子製造装置45を示す一部破断した概略構成図である。この光学素子製造装置45にあっては、スタンパ2及び基板3を冷却するための冷却装置21が設けられている。22はスタンパ2を冷却するスタンパ冷却部、23は基板3を冷却するための基板冷却部であり、スタンパ冷却部22は、例えば加圧部14内に設けることができる。また、基板冷却部23は基板支持部12を兼ね備えている。また、24はスタンパ冷却部22及び基板冷却部23に冷却水などの冷媒を供給する冷媒供給部であって、冷媒供給部24とスタンパ冷却部22及び基板冷却部23との間には冷媒循環路25が配設されている。冷媒供給部24は、図10(b)に示すように冷媒を冷媒循環路25に循環させるための循環ポンプ26、冷媒の熱を奪い取るための熱交換器27、熱交換器27で奪い取った熱を放熱するサーモジュール28及びサーモジュール28や循環ポンプ26を制御するためのコントローラ29とから構成されている。なお、30はある量の冷媒を溜めておく冷媒タンクである。コントローラ29は、スタンパ冷却部22及び基板冷却部23の温度が一定の温度以上に上昇しないように循環ポンプ26を駆動して冷媒を循環させ、サーモジュール28を駆動して冷媒を一定の温度に冷却する。しかし、光学素子製造装置45が駆動され、光源18から紫外線が照射されるとレンズ用材料4の硬化熱や紫外線の照射熱等のために、スタンパ2や基板3の温度が上昇する。スタンパ冷却部22及び基板冷却部23に設けられた温度センサ31はスタンパ2や基板3の温度上昇を検知しており、コントローラ29はスタンパ2や基板3の温度が一定温度以上になると、循環ポンプ26を駆動して冷却された冷媒をスタンパ冷却部22及び基板冷却部23に供給する。

【0031】このように光学素子製造装置45にあっては、スタンパ2や基板3の温度が一定以上に上昇しないよう冷却装置21を設けているので、温度変化によるスタンパ2や基板3の形状変化を少なくすることができ、精度よく光学素子1を作製することができる。また、基板支持部12や加圧部14をそれぞれ基板材料やスタンパ材料の熱容量よりも大きな熱容量を有する材質から構成することによって、基板3やスタンパ2の温度変化を抑えることができ、光学素子1の寸法変化を少なくすることができる。また、基板支持部12や加圧部14にそれぞれ基板材料やスタンパ材料の比熱伝導率よりも大きな比熱伝導率を有する材質からなる放熱フィン(図示せず)を設け、紫外線照射による照射熱やレンズ用材料4の硬化熱を放熱フィンから放熱するようにしてもよい。

【0032】また、図11はレンズ部5の樹脂厚みと光学素子1の形状変化量との関係を示す図である。図11

に示すように、レンズ部5の厚みが厚くなるにつれて、光学素子1の形状変化量は増加する。したがって、レンズ部5の厚みを一定の厚さに抑えることによって、光学素子1の形状変化を少なくし、精度よく光学素子1を作製することができる。このためには、例えば一定量のレンズ用材料4を精度よく供給するようにすればよい。

【0033】

【発明の効果】本発明の光学素子の製造方法によれば、スタンパに局所的な応力が加わることなく、スタンパを出き上がった成形体からきれいに剥離し、効率的に光学素子を作製することができる。しかも、長期間スタンパを使用しても形状変化が少なく光学素子を精度よく作製できる。このとき、例えば湾曲させたスタンパの曲率中心の方向に向けてスタンパに力を加え、スタンパの光学素子から剥離された部分が概略均一な曲率となるように、スタンパを湾曲させながら剥離すれば、内部応力をスタンパ全体に均一に分散させることができ、光学素子の微細な部分でも形状が変化したりせずにスタンパを剥離できる。

【0034】本発明の光学素子製造装置によれば、局所的な応力が加わることなくスタンパを成形体からきれいに剥離して、光学素子を効率よく作製できる。

【0035】スタンパ剥離手段として、一端を前記スタンパに連結されたアームと、アームの他端を結合されたカム機構を構成し、カム機構によりアームを所定動作させたり、また、所定動作させると共に伸縮自在なアームを伸縮させることによって、一定の曲率よりも大きな屈曲部分が発生しないようスタンパを弧状に湾曲させながら成形体から剥離することができ、湾曲させたスタンパの曲率中心の方向に向けてスタンパに力を加えることも容易にできる。

【0036】また、スタンパ及び／又は基板をほぼ一定温度に維持する温度調節手段を備えたり、スタンパと基板のうち少なくともいずれか一方に接触する部分に、スタンパ若しくは基板の熱容量よりも大きな熱容量を有する吸熱部や放熱部などの温度上昇阻止手段を設けたり、あるいは、間欠的に放射線を照射して放射線硬化樹脂を硬化させる放射線照射装置を設けると、スタンパの温度変化を抑え、光スタンパの変形による光学素子の精度劣化を防止できる。

【0037】また、放射線照射や樹脂硬化反応熱などの寸法変化因子を考慮してスタンパの寸法を設計しておく、と、所望寸法の光学素子を成形できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】(a)～(c)は、本発明の光学素子製造方法の一実施例を示す説明図である。

【図2】(d)、(e)は同上の続図である。

【図3】スタンパの両端部に加わる力の方向を示す図である。

【図4】同上の光学素子製造方法により作製されたマイ

クロレンズアレイの個々の形状変化量を示す図である。

【図5】(a)～(c)は、本発明の光学素子製造方法の別な実施例を示す説明図である。

【図6】(d)、(e)は同上の続図である。

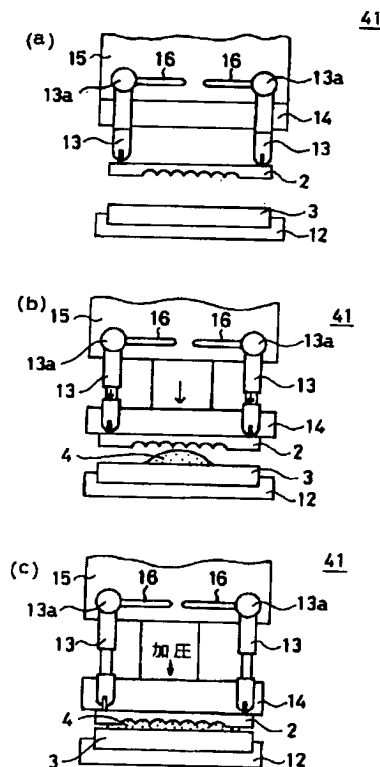
【図7】(a)は本発明のさらに別な実施例である光学素子製造装置を示す一部破断した概略構成図、(b)はその作用説明図である。

【図8】本発明のさらに別な実施例である光学素子製造装置を示す一部破断した概略構成図である。

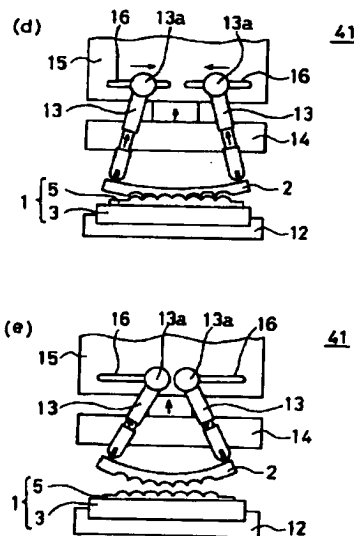
【図9】(a)は間欠的に光照射を行なった場合におけるスタンパの温度上昇を示す図、(b)は連続的に光照射を連続的に行なった場合におけるスタンパの温度上昇を示す図である。

【図10】(a)は本発明のさらに別な実施例である光学素子製造装置の概略構成図、(b)はその冷媒供給部の概略構成図である。

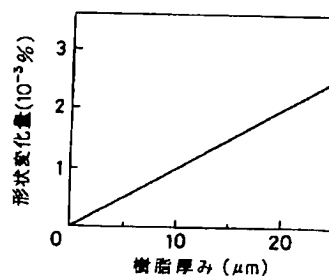
【図1】



【図2】



【図11】



【図11】レンズ部の樹脂厚みと光学素子の形状変化量との関係を示す図である。

【図12】(a)～(d)は従来例の光学素子製造方法を示す説明図である。

【図13】別な従来例である光学素子製造方法を示す説明図である。

【図14】(a) (b)はさらに別な従来例である光学素子製造方法を示す説明図である。

【図15】同上の製造方法において、スタンパの使用回数とスタンパの形状変化量との関係を示す図である。

【符号の説明】

2 スタンパ

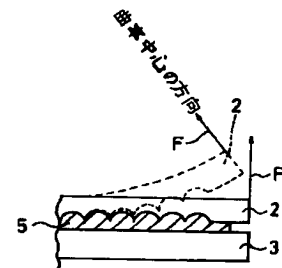
3 基板

13 アーム

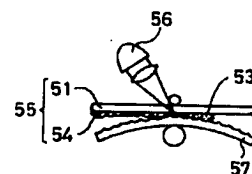
16 誘導溝

4 1、4 2、…、4 5 光学素子製造装置

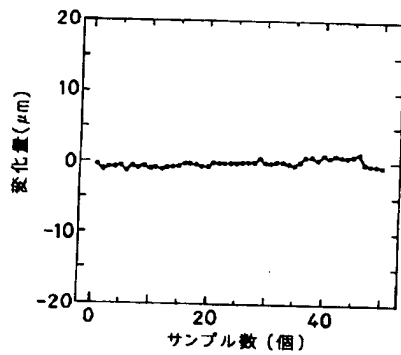
【図3】



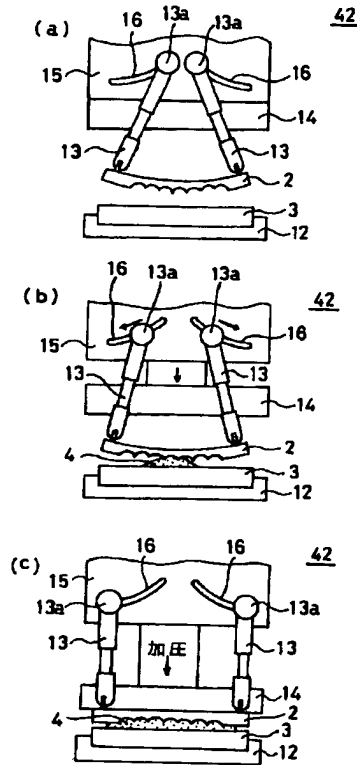
【図13】



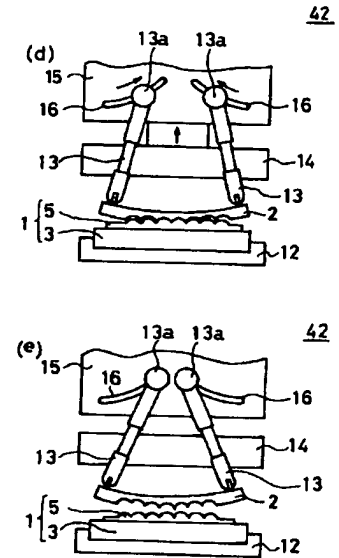
【図4】



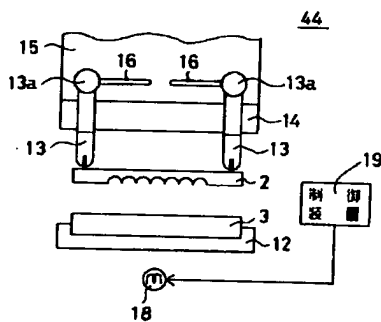
【図5】



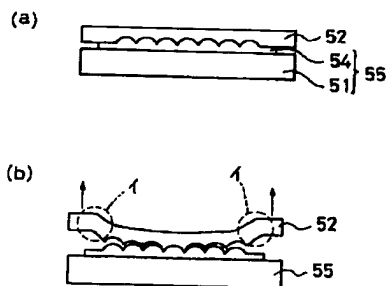
【図6】



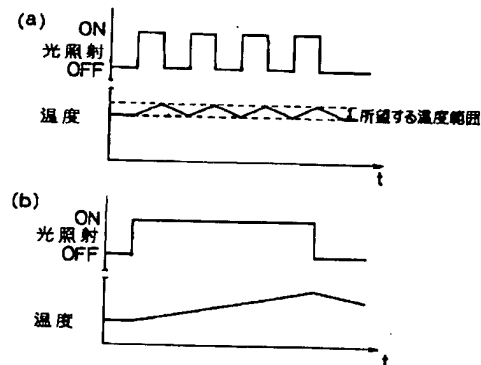
【図8】



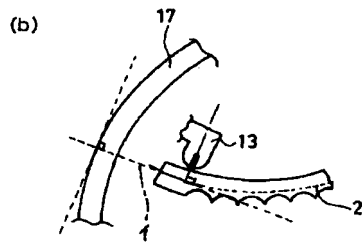
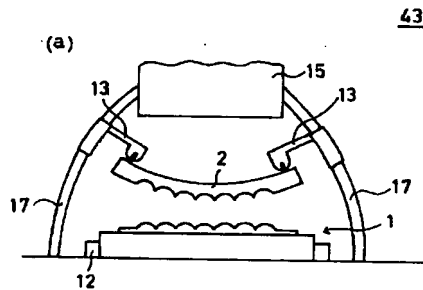
【図14】



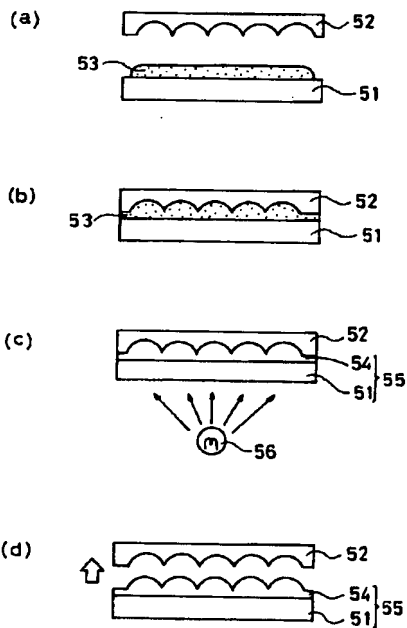
【図9】



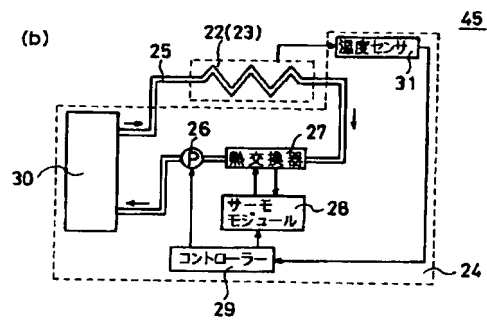
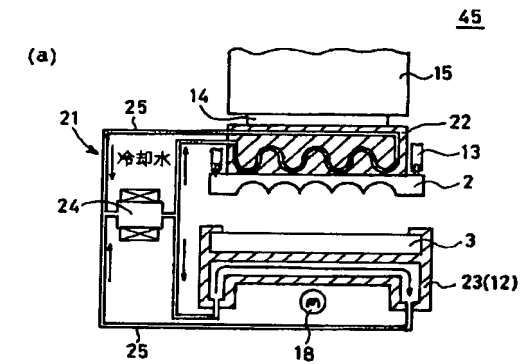
【図7】



【図12】



【図10】



【図15】

